

MODELISATION DES EFFETS DES SUBSTANCES TOXIQUES DANS LES SYSTEMES AQUATIQUES CONTINENTAUX.

Thèse

Leslie Faggiano

2011

Composition du Jury:

Prof. Micky Tackx, ECOLAB, Toulouse (examineur)
Dr. Thierry Caquet, INRA, Rennes (rapporteur)
Dr. Peter Goethals, Université de Gent, Belgique (rapporteur)
Dr. Dick de Zwart, RIVM, Pays-Bas (examineur)

Ecole doctorale : Sciences Ecologiques, Vétérinaires, Agronomiques et Bioingénieries (SEVAB)

Unités de recherche : Laboratoire Evolution et Diversité Biologique (EDB) et Institut d'Ecologia
Aquàtica (Université de Girona)

Directeurs de thèse : Prof. Sovan Lek, Prof. Emili Garcia-Berthou et Dr. Muriel Gevrey

TITLE: Modelling of the effects of toxic substances in freshwater ecosystems

ABSTRACT:

Currently, we face a major challenge in determining the impact of the widespread presence of toxic substances in freshwater ecosystems. Public and experts concerned about the presence of toxic substances in streams as well as in groundwater have underlined the need to adopt legislative measures to protect water quality in the natural environment. The European Water Framework Directive (WFD) is a legislative act requiring the achievement of a good chemical and ecological status in all water bodies of the European Union by the year 2015. In the WFD, the chemical status refers to specific pollutants for which environmental quality standards must be set while ecological status is based on biological elements, and supported by chemical and physico-chemical elements, as well as hydro-morphological elements. In order to reach the goals established by the WFD, decisions makers need the science of ecological risk assessment to develop tools to evaluate both chemical and ecological status of water bodies. Thus, the main objective of this work was to use new stochastic approach for 1) the evaluation of chemical status of freshwater ecosystems and 2) the identification of probable cause-effect relationships between toxic risk and biodiversity in freshwaters ecosystems.

An ecological risk assessment was conducted to determine and compare the risk posed by pesticide mixtures to the freshwater ecosystems of the Adour-Garonne basin (south-western France) and of the Catalan territory (north-eastern Spain). For both countries, we obtained an important percentage of sampling sites exhibiting a very low risk (82% in France and 73% in Spain). Nevertheless, some “hotspots” of pesticides mixture contamination have been highlighted in both countries. Moreover, groups of compounds contributing most to this high risk have been identified.

Spatial database evaluation methods have been used to establish causal relationships between fish biodiversity and different stress factors (anthropogenic or natural including an evaluation of toxic stress) in three different ecoregions throughout the state of Ohio (USA). Results show that different functional attributes of fish assemblages respond in different ways to environmental stressors showing the suitability of this approach for ecosystem diagnostic purpose. Body size trait seems to be an interesting functional attribute to study the effect of toxic substances toward fish community. Moreover, after accounting for the effect of phylogeny between fish species, a clear relationship was found between fish body size distributions values and an index of toxicity: small organisms being more sensitive to toxic pollution than large one.

This work provides to water managers basis to take efficient preservation measures concerning toxic contamination. In addition, the usefulness of a traits-based approach for biomonitoring has been highlighted in an ecological risk assessment context. This study is an original contribution to the evaluation and to the comprehension of the effects of toxic stress on freshwater biodiversity.

Keywords: *Ecological risk assessment, mixture toxicity, Artificial neural network, Traits-based approach, body size, IBI, trophic group, multi-stress context, biomonitoring, phylogenetic analysis, Adour-Garonne basin, Catalan territory, Ohio state.*

TITRE: Modélisation des effets des substances toxiques dans les systèmes aquatiques continentaux.

RESUME :

La prise de conscience par les experts et par le grand public de la présence ubiquiste d'une pléiade de composés toxiques dans les écosystèmes aquatiques continentaux (eaux de surfaces et eaux souterraines) a entraîné des inquiétudes majeures concernant leur impact possible dans ces milieux et a conduit à l'adoption de mesures législatives contraignantes ayant pour but de protéger la qualité de l'eau dans l'environnement. La directive cadre Européenne sur l'eau (DCE) est un acte législatif qui impose à tous les états membre de l'Union européenne un retour au bon état écologique des cours d'eau pour l'année 2015. Dans cette DCE, l'état chimique est évalué à l'aide de la mise en place de valeurs de standard de qualité environnementale spécifiques à chaque polluant tandis que l'état écologique est évalué à partir des espèces aquatiques et est confirmé par la prise en compte des éléments chimiques, physico-chimiques et hydromorphologiques. Pour pouvoir atteindre les objectifs fixés par la DCE, les décideurs politiques ont besoin que la science de l'évaluation du risque écologique développe des outils adaptés à l'évaluation de ce statut chimique et écologique des cours d'eau. Ainsi, le principal objectif de ce travail de thèse a été de développer de nouvelles approches stochastiques pour 1) l'évaluation de l'état chimique des écosystèmes aquatiques continentaux et 2) l'identification des relations probables de cause à effet entre le risque toxique et la biodiversité dans les écosystèmes aquatiques continentaux.

Une évaluation du risque écologique a été réalisée pour évaluer et comparer le risque causé par les mélanges de pesticides dans les écosystèmes aquatiques continentaux du bassin Adour-Garonne situé au sud-ouest de la France et dans ceux du territoire Catalan situé au sud-est de l'Espagne. La plupart des sites d'échantillonnages analysés présentent un très faible risque au regard de la contamination par les pesticides (82% des sites en France et 73% des sites en Espagne). Néanmoins, des points chauds de contamination par les mélanges de pesticides ont pu être identifiés dans les deux pays. De plus, les groupes de composés contribuant le plus à cette valeur élevée du risque toxique ont été identifiés dans cette étude.

Des méthodes spatiales d'évaluation de base de données ont été utilisées pour établir des relations de cause à effet entre la biodiversité des espèces de poissons et différentes contraintes environnementales (anthropique ou naturelle et incluant le risque toxique) dans 3 écorégions de l'Etat de l'Ohio (Etats-Unis). Les résultats obtenus montrent que différents attributs fonctionnels des assemblages de poissons répondent de manière différente à ces contraintes environnementales, démontrant ainsi la pertinence de cette approche dans un contexte de diagnostic des écosystèmes. En particulier, le trait décrivant la taille du corps des espèces semble approprié pour étudier l'effet des substances toxiques sur les communautés de poissons.

Ce travail apporte aux décideurs politiques une base pouvant amener à des mesures de préservation dans le contexte de la contamination des milieux aquatiques par les composés toxiques. De plus, la pertinence d'une approche basée sur les traits des espèces pour la bioévaluation dans le contexte de l'évaluation du risque écologique a été mise en lumière par cette approche. Cette étude apporte une contribution originale à l'évaluation et à la compréhension des effets des toxiques sur la biodiversité des écosystèmes aquatiques continentaux.

***Mots-Clefs :** Evaluation du risque écologique, mélanges de toxiques, Réseaux de neurones artificiels, approche basée sur les traits, taille du corps, IBI, groupe trophique, contexte multi-stress, bioévaluation, analyse phylogénétique, bassin Adour-Garonne, Catalogne, Etat de l'Ohio.*